

A53

D utsch
D m kratisch
R publik



Amt
für Erfindungs-
und Patentwesen

PATENTSCHRIFT 74 699

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

Zusatzpatent zum Patent: —

Anmeldetag: 15. VII. 1969
(AP 50 e/133 452)

Priorität: 19. VII. 1967
(P 16 19 850.8) WD

Ausgabetag: 12. VII. 1970

Kl.: 50 e, 4/01

IPK.: B 01 d

DK:

Erfinder: Dipl.-Phys. Karl Winter (WD)

Inhaber: CEAG Concordia Elektrizitäts-Aktiengesellschaft,
Dortmund (WD)

Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung eines
luft- oder Gasstromes von verbrennbaren dampf- oder
gasförmigen Verunreinigungen mit Hilfe von Sorp-
tionsfiltern

74 699

Umfang: 15 Seiten

Seit 2 **74 699**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung eines Luft- oder Gasstromes von verbrennbaren dampf- oder gasförmigen Verunreinigungen mit Hilfe von Sorptionsfiltern und eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Bei den bekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Reinigung der Luft oder anderer Trägergase war es nur mit großen Schwierigkeiten oder einem nicht mehr vertretbaren Aufwand möglich, schädliche gas- oder dampfförmige Stoffe zu entfernen oder zu vernichten. Man versuchte zunächst, sich dieser Stoffe, welche beispielsweise in großen Mengen durch unvollständige Verbrennungsvorgänge anfallen, durch starke Verdünnung mit der atmosphärischen Luft zu entledigen, wozu beispielsweise in ortsfesten Anlagen auch das Ausstoßen in höhere Luftschichten gehört. Man hatte damit aber keine grundsätzliche Lösung dieses Problems gefunden, weil eine starke Verdünnung mit der atmosphärischen Luft oder das Ausstoßen in höhere Luftschichten zwar in einsamen und windreichen Gegenden hingenommen werden kann, nicht aber in besonders windstillen Gegenden, die vorwiegend dicht besiedelt sind, und in denen derartige Luftverunreinigungen in größeren Mengen anfallen. Außerdem ist es beispielsweise bei Straßenfahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen nicht möglich, die Abgase in höhere Luftschichten auszustößen. Somit kann die Verunreinigung der Luft in Erdbodennähe

Seite 3 74 699

manchmal Ausmaße annehmen, die für die menschliche Gesundheit bedrohlich sind. Die Zusammensetzung solcher Luftverunreinigungen kann sehr unterschiedlich sein, ihre schädlichsten Anteile sind aber vorzugsweise verbrennbare Gase und Dämpfe.

Zur Bekämpfung insbesondere dieser noch verbrennbaren Verunreinigungen versuchte man bisher, sie entweder durch Sorptionsfilter, wie z.B. Aktivkohlefilter, abzufangen oder sie durch eine Nachverbrennung in unschädliche Stoffe überzuführen, wobei z.B. im Idealfall reine Kohlenwasserstoffe restlos in Kohlendioxid und Wasser verbrannt werden. Man versuchte dabei auch, die Verbrennungstemperaturen durch die Anwendung von Katalysatoren herabzusetzen. Beide Verfahren haben bisher aber nicht zu dem erstrebten Ziel geführt, weil in beiden Fällen die Beseitigung der belästigenden Gase oder Dämpfe nur mit einem nicht mehr vertretbaren Aufwand möglich ist. Man hält die Verwendung von Aktivkohlefiltern allein beispielsweise nur dann für wirtschaftlich vertretbar, wenn die Konzentration der Verunreinigungen 5 mg je Nm^3 Luft nicht übersteigt, weil bei höheren Konzentrationen die Filtersubstanz zu schnell erschöpft ist. Dagegen ist selbst eine Nachverbrennung der verbrennbaren Luftverunreinigungen bei Anwendung von Katalysatoren nur dann wirtschaftlich, wenn der Anteil dieser Verunreinigungen nicht kleiner als 100 mg je Nm^3 Luft ist. Das liegt daran, daß bei kleineren Konzentrationen die freiwerdende Wärmemenge der verbrennenden Gasanteile nicht mehr ausreicht, um alle beim Verbrennungsvorgang beteiligten Stoffe auf die erforderliche Reaktionstemperatur aufzuheizen.

Seite 4 **74 699**

Um aber zu verhindern, daß bei zu geringen Gasgemischtemperaturen unverbrannte Gasbestandteile zur Reinluftseite gelangen, muß eine zusätzliche Aufheizung des Gasgemisches erfolgen, welche die Verbrennung unterstützt. Man versuchte deshalb, die Abgaswärme durch Wärmeaustauscher für den Verbrennungsvorgang zurückzugewinnen und durch Zusatzheizungen zusätzliche Wärme zuzuführen. Hierdurch werden derartige Vorrichtungen aber so aufwendig, daß sich mit den bisherigen katalytischen Nachverbrennungsanlagen die Beseitigung dieser meist schädlichen oder übelriechenden Luftverunreinigungen unterhalb einer Konzentration von 100 mg je Nm^3 nicht mehr lohnt. Somit gibt es bisher in dem Konzentrationsbereich zwischen 100 mg je Nm^3 und 100 mg je Nm^3 Luft keine zufriedenstellende Lösung für die Beseitigung der verbrennbaren Luftverunreinigungen.

Dieser *Nachteil* wird *erfindungsgemäß* durch *ein* Verfahren zur Reinigung eines Luft- oder Gasstromes von verbrennbaren dampf- oder gasförmigen Verunreinigungen mit Hilfe von Sorptionsfiltern beseitigt, bei dem der Luft- oder Gasstrom durch ein Sorptionsfilter gereinigt wird, dieses Filter nach Erreichen einer gewissen Beladung mit den verbrennbaren Verunreinigungen im Gegenstrom anfangs mit aufgeheizter Luft desorbiert, das Desorbat verbrannt wird und ein Teil des Gemisches aus Luftresten und verbranntem Desorbat solange wieder durch das Sorptionsfilter geführt wird, bis die Beladung des Sorptionsfilters so weit zurückgegangen ist, daß es wieder zur Reinigung des Luft- oder Gasstromes eingesetzt werden kann.

Erfindungsgemäß hat es sich
 ✓ sich als vorteilhaft erwiesen, wenn mindestens zwei Sorptionsfilter wechselweise beladen werden.

Seite 5 **74 699**

Zweckmäßigerweise enthält das Sorptionsfilter Aktivkohle als Sorptionsmaterial.

Das Desorbat wird vorzugsweise in einer katalytischen Nachverbrennungsanlage verbrannt.

Eine Vorrichtung, in der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt ^{wird} ist in der ^{Zeichnung} schematisch dargestellt. Sie ist besonders durch einen Desorptions-Verbrennungskreis gekennzeichnet, in dem eine, durch eine Sauerstoffmeßvorrichtung 4 gesteuerte Mischkammer 7, ein Ventilator 9, eine durch einen Temperaturfühler 5 gesteuerte Heizvorrichtung 6 und ein Kontaktofen 3 in Reihe und durch die Ventilpaare 41; 71 bzw. 42; 72 abwechselnd über eines der Sorptionsfilter 1 oder 2, welche durch die Ventilpaare 21; 22 bzw. 11; 12 von dem zu reinigenden Luft- oder Gasstrom abgetrennt sind, zu einem geschlossenen Apparatkreis geschaltet ist, der ein federbelastetes Überdruckventil 43 zum Druckausgleich gegen die Außenluft und einen regelbaren Verbrennungsluftzutritt zur Mischkammer 7 besitzt. Die temperaturgesteuerte Heizvorrichtung 6 kann mit Ölbrennern, elektrischen Heizregistern oder dgl. ausgerüstet sein.

Bei Inbetriebnahme der Anlage sind zunächst nur zwei Ventile, beispielsweise die Ventile 21 und 22 geöffnet, so daß der zu reinigende Luftstrom durch das Filter 2 strömen kann, welches die gas- oder dampfförmigen Verunreinigungen aufnimmt. Zur Erzeugung oder zur Verstärkung dieses Luftstromes kann ein Ventilator 8 dienen, sofern andere Luftförderer fehlen oder zu leistungsschwach sind.

Sobald die Aufnahmefähigkeit des Filters erschöpft ist, wird umgeschaltet. Die Ventile 11 und 12 werden geöffnet und die Ventile

Seite 6 74 699

21 und 22 geschlossen. Die zu reinigende Luft strömt nun durch das Filter 1. Das Filter 2 kann jetzt durch Öffnen der Ventile 42 und 72 in den Desorptions-Verbrennungskreis eingeschaltet und regeneriert werden. Hierzu werden der Ventilator 9, die von der Sauerstoffmeßvorrichtung 4 gesteuerte Verbrennungsluftzumischung und die vom Temperaturfühler 5 gesteuerte Heizvorrichtung 6 in Betrieb genommen. Da sich im Desorptions-Verbrennungskreis zunächst normale kalte Luft befindet, wird an der Sauerstoffmeßstelle 4 der normale Sauerstoffgehalt der Luft, an der Temperaturmeßstelle 5 aber eine zu geringe Temperatur gemessen. In der Mischkammer 7 wird deshalb keine Luft zugemischt, die Heizvorrichtung schaltet sich aber ein und heizt den vom Ventilator 9 entfalteten Luftstrom solange auf, bis die notwendige Verbrennungstemperatur für den Kontaktofen 3 erreicht ist. Hierbei gibt der in der Heizvorrichtung aufgeheizte Luftstrom zwar zuerst seine Wärme an den Kontaktofen 3 ab, er erhitzt aber nachfolgend auch alle anderen berührten Teile. Somit wird durch diese Art der Temperaturerhöhung die Vorbereitung des Kontaktofens auf den Verbrennungsvorgang bevorzugt und der Beginn der Desorption im miterhitzten Filter etwas zögernd bewirkt.

An die durchströmende Luft, die nun stetig aufgeheizt wird, werden die bisher in Filter 2 eingefangenen brennbaren Gase und Dämpfe mit der steigenden Temperatur wieder abgegeben, zum Kontaktofen 3 transportiert und dort katalytisch verbrannt. Hierbei wird der vorhandene Sauerstoff verbraucht. An der Meßstelle 4 wird deshalb im Verlauf des Desorptions-Verbrennungsvorganges von irgendeinem Zeitpunkt an eine zu kleine Sauerstoffkonzentration gemessen und in der Mischkammer 7 von diesem Augenblick an solange frische Verbrennungsluft zugemischt, bis an der Meßstelle 4 wieder die richtige Sauer-

Seite 7 **74 699**

stoffmenge im Gasgenisch vorliegt. Die Sauerstoffkonzentration wird aber im weiteren Verlauf des Verfahrens sehr klein gehalten, um zu verhindern, daß im Filter größere Aktivkohleverluste durch Kohleabbrand entstehen.

Während des Desorptions- Verbrennungsvorganges erfolgen neben den chemischen Umsetzungen auch physikalische Veränderungen des im Kreislauf eingeschlossenen Gasgemisches, insbesondere auch Druck- oder Volumenvergrößerungen. Um zu verhindern, daß ein größerer Überdruck des eingeschlossenen Gasgemisches entsteht, ist ein vorzugsweise federbelastetes Ventil 43 vorgesehen, welches sich bei innerem Überdruck öffnet. Volumenmäßig überschüssiges Gas oder Gasgemisch, das beim Aufheizen beim Verbrennungs- und Desorptionsvorgang oder bei der Zumischung frischer Verbrennungsluft anfällt, kann entweichen sobald der Innendruck das Ventil 43 öffnet. Somit kann einerseits auch fortwährend frische Verbrennungsluft zugemischt werden und überschüssiges Gas entweichen, andererseits kann aber ein gefährlicher innerer Überdruck nicht auftreten, auch z.B. nicht beim Beginn des Verbrennungsvorganges im Kontaktofen.

Da beim Verbrennen der absorbierten Gase, welche nach und nach mit der steigenden Temperatur aus der Filterkohle ausgetrieben und anschließend im Kontaktofen 3 verbrannt werden, Wärme entsteht, wird der Desorptions-Verbrennungskreis hierdurch noch zusätzlich zur Heizvorrichtung 6 aufgeheizt. Der Desorptionsvorgang kann möglicherweise allein mit dieser Verbrennungswärme aufrecht erhalten werden, solange in ausreichender Menge brennbares Gas aus dem Filter ausgetrieben wird. Dadurch wird zusätzliche Heizenergie gespart. An dieser Wärmeentweichung könnte man aber auch erkennen, wann und wie lange der Desorptions-Verbrennungsvorgang stattfindet, insbe-

Seit 8 **74 699**

sondere, wenn man noch besondere Temperaturmeßvorrichtungen vor und hinter dem Kontaktofen 3 anordnen würde. Da die Temperaturanzeigen aber von vielen Dingen, wie z.B. Aufheiz- und Abklingvorgängen Menge und Art des desorbierten und verbrannten Gases usw. abhängig ist, wird sie nicht für die Steuerung des Desorptions-Verbrennungsprozesses benutzt. Hierfür dient erfindungsgemäß die Sauerstoffmeßvorrichtung 4, welche nur eine Meßgröße, die Sauerstoffkonzentration benutzt und damit die Verbrennungsluftzufuhr in der Mischkammer 7 steuert und diese z.B. beendet, wenn der Desorptions-Verbrennungsvorgang abgeschlossen ist und kein Sauerstoff mehr benötigt wird. Infolge der Anordnung der Sauerstoffmeßstelle in Strömungsrichtung gleich hinter dem Kontaktofen wird außerdem in kürzester Zeit angezeigt, ob eine Frischluftzufuhr erforderlich ist oder nicht.

Nach Beendigung des Desorptions-Verbrennungsvorganges ist das Filter wieder betriebsfertig und kann zu jeder Zeit wieder durch die notwendigen Ventillumstellungen in den Rohluftstrom eingeschaltet werden. Das muß spätestens geschehen, wenn das ^{andere} Filter, welches bis dahin in den Rohluftstrom eingeschaltet war, erschöpft ist, und kann ohne Unterbrechung des ^{Rohluftstromes} erfolgen, wenn zuerst das regenerierte Filter in den ^{Rohluftstrom} und dann das erschöpfte Filter aus diesem Luftstrom in den Desorptions-Verbrennungskreis geschaltet wird.

Da die Gesamtzeit, die für die Regenerierung eines erschöpften Filters benötigt wird, durchschnittlich sehr kurz gegen die Zeit

Seite 74 699

sein wird, in der es wieder erschöpft ist, wird man den Desorptions-Verbrennungskreis nach jeder beendeten Regenerierung eines Filters wieder abstellen können. Aus diesem Grunde wird im Vergleich zu den bisher bekannten Nachverbrennungsanlagen nur sehr wenig Energie verbraucht. Außerdem wird auch kein Wärmeaustauscher benötigt und es brauchen nicht, wie bei den bisherigen Filtervorrichtungen die erschöpften Filterzellen durch neue ersetzt zu werden.

Die Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung erstreckt sich auf alle bisher bekannten Fälle zur Beseitigung brennbarer, lästiger oder schädlicher dampf- oder gasförmiger Verunreinigungen der Luft oder anderer Trägergase. Besonders vorteilhaft ist es, daß der getrennte Desorptions- Verbrennungskreis unabhängig von dem zu reinigenden Trägergas mit normaler Verbrennungsluft oder auch mit anderen sauerstoffhaltigen Gasen betrieben werden kann. Auch die Konzentration der lästigen oder schädlichen Verunreinigungen in ihren Trägergasen ist insofern von untergeordneter Bedeutung, als hierdurch lediglich die Zeit festgelegt wird, nach der jeweils ein Filter wieder regeneriert werden muß. Somit können aufgrund der vorliegenden Erfindung derartige Verunreinigungen auch in solchen Konzentrationen aus der Luft oder aus anderen Trägergasen entfernt werden, in denen dies bisher mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln nicht möglich war.

Anstelle von zwei Adsorptionsfiltern, welche in dem Ausführungsbeispiel geschildert sind, kann man auch drei oder mehr Filter benutzen, welche jeweils abwechselnd aus dem Rohluftstrom herausgenommen und regeneriert werden können.

Eine andere Ausführungsform
verwendet für die Schaltvorgänge bekannte Umschaltvorrichtungen welche

beispielsweise nach einem bestimmten Zeitablauf oder etwa nach einem bestimmten Volumendurchsatz jeweils automatisch der Reihe nach einen der Sorptionsfilter aus dem Rohluftstrom ausschalten, der Regene-

Seite 10 **74 699**

rierung unterziehen und wieder in den Rohluftstrom zurückschalten.
Hier könnte beispielsweise die Sauerstoffmeßvorrichtung mit als
Hilfsmittel für die Steuerung des Desorptions-Verbrennungsprozesses
benutzt werden.

^d
die

bisherigen Gefahren der lästigen oder schädlichen verbrennbaren
Gase oder Dämpfe in den bodennahen Luftschichten, welche die
menschliche Gesundheit bedrohen, können damit beseitigt werden.

*Durch vollautomatische Gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung
kann z.B. die Nachverbrennung der Abgase von Stapelfahrzeugen
mit Verbrennungskraftmaschinen vorgenommen werden und damit*

Seite 11 **74 699**Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung eines Luft- oder Gasstromes von verbrennbaren dampf- oder gasförmigen Verunreinigungen mit Hilfe von Sorptionsfiltern, dadurch gekennzeichnet, daß der Luft- oder Gasstrom durch ein Sorptionsfilter gereinigt wird, dieses Filter nach Erreichen einer gewissen Beladung mit den verbrennbaren Verunreinigungen im Gegenstrom anfangs mit aufgeheizter Luft desorbiert, das Desorbat verbrannt wird und ein Teil des Gemisches aus Luftresten und verbranntem Desorbat solange wieder durch das Sorptionsfilter geführt wird, bis die Beladung des Sorptionsfilters so weit zurückgegangen ist, daß es wieder zur Reinigung des Luft- oder Gasstromes eingesetzt werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Sorptionsfilter wechselweise beladen und mit dem Gemisch aus verbranntem Desorbat und Luftresten desorbiert werden.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sorptionsfilter Aktivkohle als Sorptionsmaterial enthält.

Seite 12 **74 699**

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennung des Desorbats in einer katalytischen Nachverbrennungsanlage erfolgt.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Reinigung eines Luft- oder Gasstromes von verbrennbaren dampf- oder gasförmigen Verunreinigungen nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung außer parallel geschalteten und durch Ventilpaare (11; 12) oder (21; 22) beliebig abtrennbaren Strömungswegen eines zu reinigenden Luft- oder Gasstromes, welche durch Sorptionsfilter (1) oder (2) führen, noch einen weiteren parallelen, durch Ventilpaare (41; 71) bzw. (42; 72) abtrennbaren Strömungsweg besitzt, welcher eine durch den Sauerstoffgehalt eines Gasgemisches gesteuerte Mischvorrichtung mit einer Mischkammer (7) für zusätzlich zugeführte Verbrennungsluft, einen Ventilator (9), eine durch den Temperaturfühler (5) gesteuerte elektrische Heizvorrichtung (6), einen Kontaktfen (3) und eine Abzweigleitung zu einem Überdruckventil (43) hat und durch Verbindungsleitungen mit den Absperrventilpaaren (41; 71) und (42; 72) so zu den Sorptionsfiltern (1; 2) angeordnet ist, daß durch eine vorgegebene Einstellung der Ventilpaare (11; 12), (21; 22), (41; 71), (42; 72) jeweils mindestens einer der Strömungswege, welche durch die Sorptionsfilter (1) oder (2) führen, zusammen mit dem durch die Ventilpaare (41; 71) bzw. (42; 72) abtrennbaren Strömungsweg ein in sich verschlossener Desorptions-Verbrennungskreis mit einer zwangsweisen Gasumwälzung, einer Frischluftzumischung und dem Überdruckventil (43) in Strömungsrichtung hinter dem Kontaktfen (3) ist.

Seit 13 **74 699**

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventilator (8) in der gemeinsamen Reinluftleitung in Strömungsrichtung hinter den Filteraustrittsventilen (12) und (22) so angeordnet ist, daß er den zu reinigenden Luftstrom aus der gemeinsamen Rohluftzuleitung entweder über den Strömungsweg mit dem Eintrittsventil (11), dem Sorptionsfilter (1) und dem Austrittsventil (12) und/oder über den Strömungsweg mit dem Eintrittsventil (21), dem Sorptionsfilter (2) und dem Austrittsventil (23) fördert, welche durch eines der beiden Ventilpaare (41; 71) oder (42; 72) vom Desorptions-Verbrennungskreis getrennt sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontaktofen (3), welcher Katalysatoren für die Verbrennung der brennbaren Gase oder Dämpfe besitzt, die im Sorptionsfilter (1) bzw. (2) eingefangen und anschließend wieder ausgetrieben und im Desorptions-Verbrennungskreis verbrannt werden, in diesem Kreis so angeordnet ist, daß ihm die über eines der Absperrventile (71) oder (72) und über die Mischkammer (7) vom Ventilator (9) angesaugten Gase durch eine Rohrleitung mit der elektrischen Heizvorrichtung (6), die den nachgeschalteten Temperaturfühler (5) hat, zugeführt und nach dem Verbrennungsvorgang durch eine Sauerstoffmeßstelle (4), durch die Abzweigstelle für das Überdruckventil (43) und durch eines der Ventile (41) oder (42) wieder zum Sorptionsfilter (1) bzw. (2) zurückgeführt werden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet

Seite 14 **74 699**

net, daß sie eine Umschaltvorrichtung für alle in den zu reinigenden Luftstrom einschaltbaren Sorptionsfilter (1), (2) usw. besitzt, deren Strömungswege so angeordnet sind, daß von den Sorptionsfiltern abwechselnd mindestens jeweils eines in den Desorptions-Verbrennungskreis einschaltbar und nach beendeter Desorbierung wieder in den zu reinigenden Luftstrom zurückschaltbar ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Seite 15 **74 699**